

文章编号:1007-2780(2013)02-0204-06

TFT-LCD Touch Mura 不良的研究和改善

齐 鹏^{1,2}, 施 园², 刘子源²

(1. 清华大学 电子工程系, 北京 100084, E-mail: qipeng@boe.com.cn;
2. 合肥京东方光电科技有限公司, 安徽 合肥 230012)

摘 要: Touch Mura 在整个 TFT-LCD 制作流程中非常容易发生, 并且严重影响产品性能。文章主要研究了液晶量、Sub PS 设计、PS 段差设计及工艺参数 Total pitch 对 Touch Mura 的影响。实验结果表明液晶量的增加能够补偿敲击偏移, 减轻 Touch Mura 不良; Sub PS 的 Z 字形设计由于阻挡效应能够有效减轻 Touch Mura; Main PS 和 Sub PS 的段差越大, Touch Mura margin 越小; 工艺参数 Total Pitch 越接近设计值, Touch Mura 风险越小。所以在设计过程中优化液晶量和 Main-Sub PS 段差设计及 Sub PS 设计能够有效减低 Touch Mura 风险, 此外, 生产过程中对工艺参数 Total pitch 的管控也至关重要。

关 键 词: Touch Mura; 液晶量; 柱状隔垫物; Total Pitch

中图分类号: TN141.9 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20132802.0204

Research and Improvement of Touch Mura in TFT-LCD

QI Peng^{1,2}, SHI Yuan², LIU Zi-yuan²

(1. Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China, E-mail: qipeng@boe.com.cn;
2. Hefei BOE Optoelectronics Technology Co. Ltd, Hefei 230012, China)

Abstract: Nowadays, much attention had been paid to the investigation of Touch Mura, which affects the performance of products seriously. It has been observed frequently during the manufacturing process of TFT-LCD products. In this paper, several important impact factors to the Touch Mura were systematically studied, including the liquid-crystal quantity, the designing of sub PS, the designing of height difference between main PS and sub PS, and the total pitch (one of the process parameters). The experiment results demonstrated that the increment of liquid-crystal quantity can compensate the touch shift; thereby the decrease of the defect rates in Touch Mura will be lead to a certain extent. The “Z” design of sub PS can ease the Touch Mura effectively due to the blocking effect. Besides, it was also found that the more height difference between main PS and sub PS, the smaller Touch Mura margin is; meanwhile, if it set the parameter of total pitch close to the design values, the Touch Mura will occur in a very little chance. In conclusion, in order to reduce the risk of Touch Mura, it can obey the following ways in the new frame, including the proper using liquid-crystal quantity, the optimum designing of sub-PS, and the metering the height difference between the main and sub PS. In addition, the controlling of total pitch is also of great importance in manufacturing process.

Key words: touch Mura; liquid crystal amount; post spacer; total pitch

1 引 言

Mura 一词来自于日本^[1],特指显示产品中视觉上的不均匀现象,Mura 存在于所有的显示器件中,只是程度存在差异,给人的视觉冲击不同。Touch Mura^[2]不良特指显示产品在黑画面下用手轻轻拍打时出现的画面泛白漏光的现象。Touch Mura 产生的直接原因是在敲击(Touch)过程中,彩膜(Color Filter, CF)和阵列(Thin Film Transistor, TFT)基板发生位移,黑矩阵无法完全把背面光遮住,造成光从显示区域漏出。而在 Touch 后由于回复力不足,彩膜和阵列基板不能恢复到初始位置,造成了漏光的一直发生,如图 1 所示。

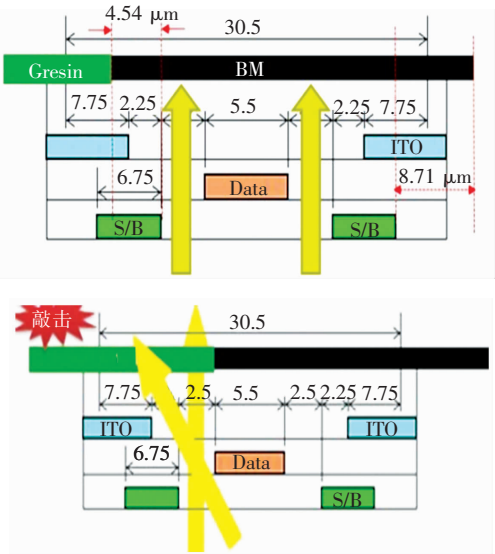


图 1 液晶面板的受拍击过程形变示意图
Fig. 1 Schematic of panel's deformation process by touch

Touch Mura 会影响产品的制成水平,降低产品的良率,影响 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)^[3-6] 面板产品的最终等级,变相地增加了 TFT-LCD 面板的生产成本。为此,需要从根本上解决这个不良。

本文通过研究液晶量^[7-8]、辅助柱状隔垫物(Sub Post Spacer, Sub PS) 设计、主要柱状隔垫物^[9-10]与辅助柱状隔垫物(Main-Sub Post Spacer, Main-Sub PS) 的段差设计及工艺参数 Total pitch(指 TFT 和 CF 基板上各面板的尺寸形变的测量值,TP)对 Touch Mura 的影响,建立相应的 Touch Mura 分析模型,从根本上解决 Touch

Mura 不良。

2 实 验

2.1 液晶量变化对 Touch Mura 的影响

首先,以 47 cm(18.5 in)为例,选取了不同的液晶量进行测试,以每滴液晶量 3. 278 mg 为中心,定为 0%,分别增加和减少每滴液晶量的 1% 和 2%,如表 1 所示。所有液晶面板其他生产工艺均相同,然后对此批样品进行 Touch Mura 程度判定。

表 1 不同液晶量设计
Table 1 Varied LC amount design

滴下量/%	每滴液晶重量/mg	制作产品数量/pcs
-2	3. 212	120
-1	3. 245	120
0	3. 278	120
1	3. 311	120
2	3. 344	120

2.2 Post Spacer 中 Sub PS 设计对 Touch Mura 的影响

以 43 cm(17 in)为例进行以下试验,选用 Sub PS 通用(Normal)设计和 Z 字形(Zigzag)设计进行对比试验。如图 2 和图 3 所示。

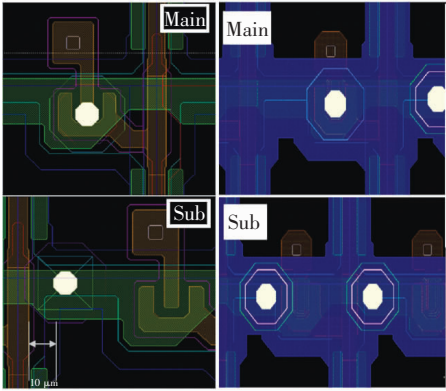


图 2 PS 的 Normal 和 zigzag 设计对比图
Fig. 2 Comparison chart of PS Normal and zigzag design

从图 2 和 3 中可以看出 Normal 设计和 Zigzag 设计中 Main PS 设计位置不变,Normal 设计中 Sub PS 位置是固定,而 Zigzag 设计中相邻的 Sub PS 一个位于数据线旁边(Data Line Aside),另一个位于薄膜晶体管旁边(TFT Aside)。详细

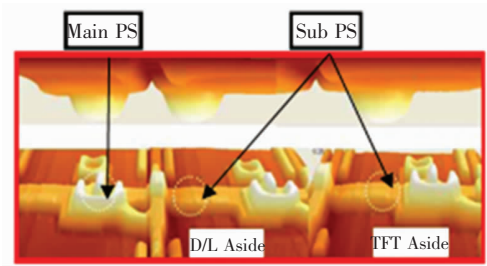


图 3 Sub zigzag 设计—Main 及 Sub PS 位置
Fig. 3 Sub zigzag design—the position of main and Sub PS

的柱状隔垫物位置图 (PS Position Map) 见图 4, 红色圆圈为 Main PS, 半黑半白的圆圈为 Sub PS, 黑色部分朝向即表示 Sub PS 的偏向数据线。

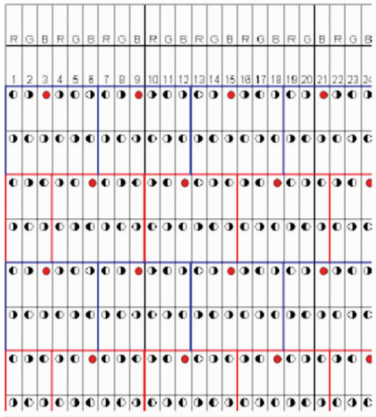


图 4 柱状隔垫物位置分布图
Fig. 4 PS Position Map

然后,对实验条件的样品进行 Touch Mura 程度评定。

2.3 Post Spacer 中 Main-Sub PS 段差设计对 Touch Mura 的影响

以 51 cm(20 in)产品为例,制作主要隔垫物与辅助隔垫物段差不同的产品,段差分别为 0.35, 0.25, 0.15, 0.05 μm ,如表 2 所示。

分别对每种段差产品滴入不同量液晶 7.5%~

表 2 不同的 Main -Sub PS 段差设计

段差/ μm	Cell gap/ μm	Main PS 高度/ μm	Sub PS 高度/ μm
0.35	3.5	3.1	2.75
0.25	3.5	3.1	2.85
0.15	3.5	3.1	2.95
0.05	3.5	3.1	3.05

—7.5%(中心液晶量为每滴为 3.458 mg,定为 0%,然后每滴分别增加或减少 1.5%,3%,4.5%,6%,7.5%),然后对实验样品进行 Touch Mura 程度评定。

2.4 TFT/CF Total pitch 对 Touch Mura 的影响

采用 1 850 mm $\times$ 1 500 mm 的玻璃基板,对于 47 cm(18.5 in)产品来说可以切割 24 张面板 (Panel),从玻璃的倒角位置用字母开始命名 Panel,如图 5 所示。图 5 中篮框为 Total pitch 设计值,红框为 Total pitch 实际值。选用 47 nm (18.5 in)产品,TFT D panel Total pitch 实际值右左侧左偏玻璃 3 张,CF A panel Total Pitch 实际值左侧右偏玻璃 3 张,假设其他 Panel 基本未偏移,Total Pitch 如图 5 所示。

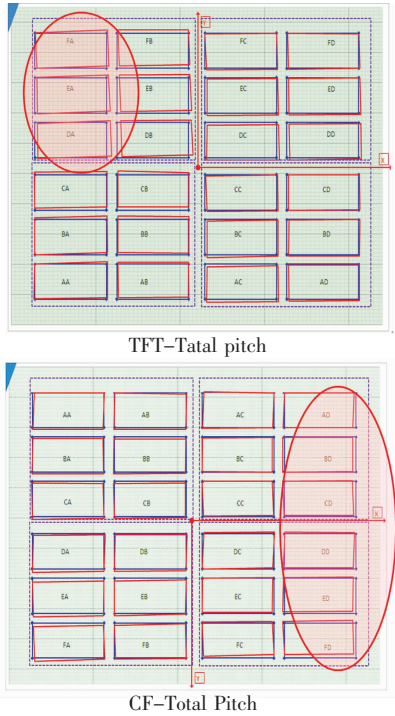


图 5 阵列基板和彩膜基板 TP 图
Fig. 5 TFT-CF Total Pitch chart

在保证对盒精度和其他设计及工艺条件一致的前提下,制作成模组产品进行 Touch Mura 判定。

为了得到更详细、更准确的数据,根据不良的漏光面积和亮度程度,将 touch Mura 按照 6 个水平进行区分,L0 为最轻微等级,无漏光发生,中间 L1、L2、L3、L4 依次严重,L5 为最严重等级,漏光面积占据了几乎整个屏幕。L3、L4、L5 不良属于 NG 水准,L0、L1、L2 属于可接受水准。可接受水

准以 PD 比例(PD Ratio)表示。

3 结果与讨论

3.1 液晶量变化对 Touch Mura 的影响

从图 6 中的实验结果可以看出随着液晶量的增多,Touch Mura 可接受水准越来越高,不良程度在逐渐下降。当液晶量增加 2%后,PD 比率达到 100%,无不良品发生。

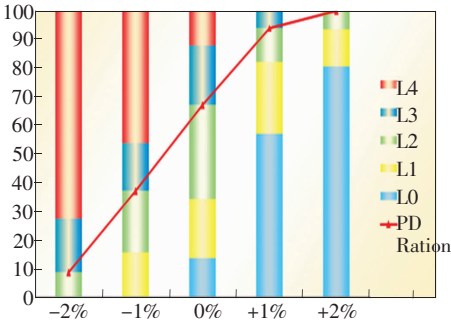


图 6 不同液晶量的 Touch Mura 等级分布图
Fig. 6 Level of touch Mura with varied LC amount

将不同液晶量的 Touch Mura 等级和偏移程度统计如图 7 所示,可以得出以下结论:

- (1)同等级程度液晶量增加偏移量增大,说明液晶量增加对偏移有补偿效果,即偏移量相同液晶量越多不良程度越轻。
- (2)液晶量增加 1%约补偿 1 μm 的绝对偏移量(NET Critical Dimension,指 CF 相对于 TFT 的绝对偏移量,NET CD)。

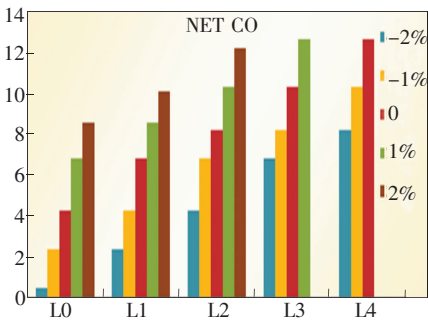


图 7 不同液晶量下的绝对偏移量分布图
Fig. 7 NET CD result with varied LC amount

3.2 Post Spacer 中 Sub PS 设计对 Touch Mura 的影响

对 Sub PS Normal 设计和 Zigzag 设计进行产品的 Touch mura 评价,结果如图 8 所示。

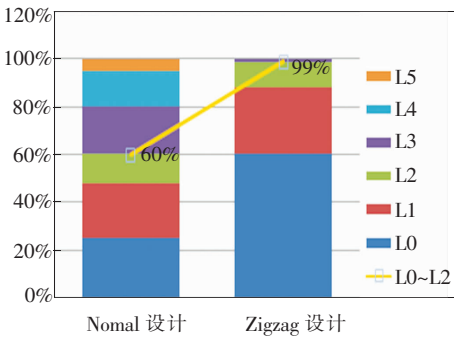


图 8 Sub PS Normal/Zigzag 设计 Touch Mura 分布图
Fig. 8 Level of touch Mura with Sub PS Normal/Zigzag design

从图 8 中可以看出,Sub PS Normal 设计的 Touch Mura PD 级比例为 60%,Zigzag 设计的 Touch Mura PD 级比例为 99%,由此可得出,Sub PS 的 Zigzag 设计要优于 Normal PS 设计。其主要原因是当敲击(Touch)发生时,变化过程可以分为 Main PS 受压高度减小、Sub PS 接触 TFT 基板起辅助支撑、PS 横向位移。当敲击力消失后,过程分为 Main PS 高度恢复并且 Sub PS 与 TFT 分离、Main PS 横向位移恢复,如图 9 所示。若想减轻不良,需要尽可能地减少横向偏移并且促进偏移后的恢复。而 Zigzag 设计的 Sub PS 由于阻挡效应(Blocking Effect)能够比 Normal 设计的横向偏移要小,且不管是 Touch 后 CF 基板左偏还是右偏,由于 Sub PS 旁边都有数据线(Data Line)或者薄膜晶体管(TFT)器件阻挡能够有效减低玻璃基板的横向偏移,减少 Touch Mura 风险。

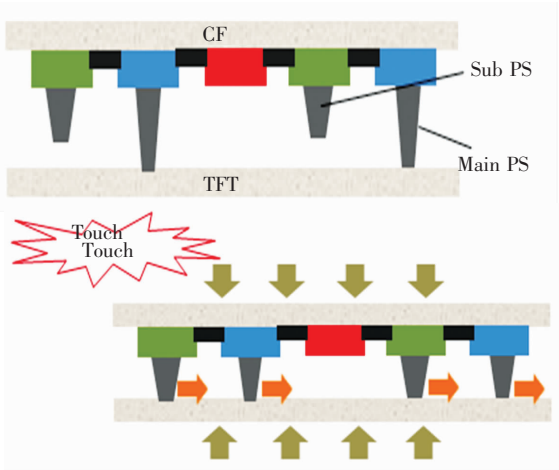


图 9 敲击示意图
Fig. 9 Schematic of the touch

3.3 Post Spacer 中 Main-Sub PS 段差设计对 Touch Mura 的影响

不同 Main-Sub 段差设计的 Touch Mura 结果如图 10 所示。

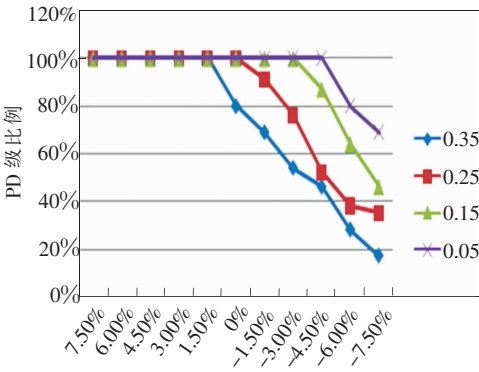


图 10 不同段差设计的 Touch Mura 分布图
Fig. 10 Level of touch Mura with varied height difference between Main PS and Sub PS

从图 10 中可以得出段差为 $0.35\text{ }\mu\text{m}$ 的 Touch Mura PD 级的液晶量为 $7.5\%\sim 1.5\%$,段差为 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 的 Touch Mura PD 级的液晶量为 $7.5\%\sim 0\%$,段差为 $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 的 Touch Mura PD 级的液晶量为 $7.5\%\sim -3\%$,段差为 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 的 Touch Mura PD 级的液晶量为 $7.5\%\sim -4.5\%$ 。随着 Main PS 与 Sub PS 段差的减小,Touch Mura PD 级的液晶量范围(Margin)越大,Touch Mura 越好。其主要原因是当 Main PS 和 Sub PS 段差较大时(见图 11),因 Sub PS 无辅助支撑效果,Main PS 变形量较大,Touch 后恢复缓慢,导致 Touch margin 较小。当 Main PS 和 Sub PS 段差较小时(见图 11)Sub PS 起到了辅助支撑效果,Main PS 变形量较小,Touch 后迅速恢复,导致 Touch Mura Margin 较大。

但是 Main PS 与 Sub PS 段差并不是越小越好。Main PS 与 Sub PS 段差会影响 LC margin

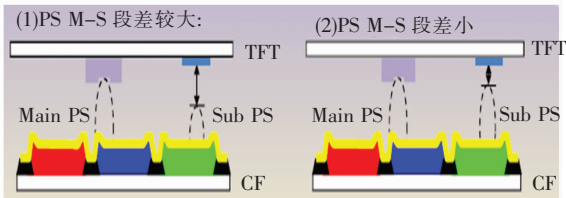


图 11 PS 段差示意图
Fig. 11 Schematic of height difference between Main PS and Sub PS

的低温下限,段差越小,低温下限越窄,所以一般会选择一个合适的段差,既要保证 Touch Mura 的 margin,也要保证低温下限。

3.4 TFT/CF Total pitch 对 Touch mura 的影响的研究

选用的 TFT 和 CF Panel Total Pitch 偏移产品 Touch Mura 结果如图 12 所示。

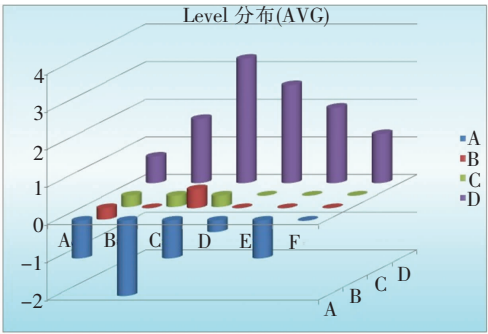


图 12 不同位置液晶盒的 Touch Mura 分布
Fig. 12 Level of touch Mura with varied panel position

图 12 中 Level 负为右视角明显,Level 正为左视角明显,纵坐标为 Touch Mura 判定等级,平面坐标为各 Panel 位置。从图 12 中可以看出,A Panel 右视角明显,D Panel 左视角明显。其主要原因是 CF TP A Panel 左侧右偏明显,TFT TP D Panel 右侧左偏明显,所以会造成对盒后 A Panel CF 相对 TFT 左偏,D panel CF 相对于 TFT 右偏,在 Touch 状态下 TFT 与 CF 两个基板偏移更严重,造成 A Panel 右视角明显,D Panel 左视角明显。

排除对位精度及其他工艺影响,NET CD 与 TP 成正向线性关系。对 NET CD 值与 Touch Mura 等级做回归分析,如图 13 所示。

回归分析图 13 结果表明:Touch Mura 等级和 NET CD 具有很强线性正相关性;回归系数 $b_1=0.502$,说明 NET CD 每增加 $2\text{ }\mu\text{m}$,Touch Mura 程度增加 1 个等级。所以可以认为 Total Pitch 偏移程度影响到 Touch Mura 的等级,因此,在工艺中需要管控好 Total pitch,减少不良的发生。

针对此次 TFT D panel Total pitch 偏移和 CF A panel 偏移,通过工艺调整,对 TFT 基板和 CF 基板的 Total Pitch 补偿(Offset),Touch Mura 不良率从 3.55% 下降到 0.41% 。

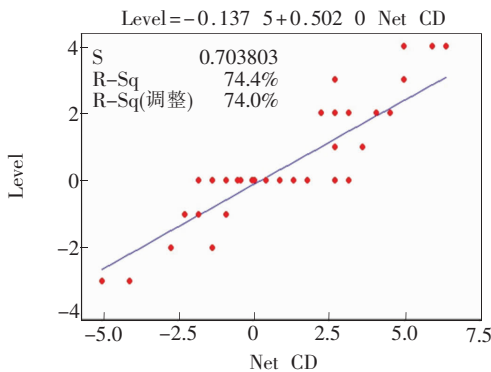


图 13 回归分析拟合图

Fig. 13 Regression analysis fitting figure

通过以上研究可以得到以下模型,如图 14。 X 为初始偏移量, Y 为敲击偏移量, Z 为恢复量。生产过程中如要改善 Touch Mura,就要减小初始偏移量和敲击偏移量,增大恢复量。对工艺参数 Total pitch 的管控和 Offset 可以有效地减小初始偏移量,Sub PS zigzag 设计及 Main-Sub PS 段差合理设计可以有效减小敲击偏移量,增加液晶量可以减小敲击偏移量并增大恢复量。

通过以上因素的研究和改善,可以尽可能地解决 Touch Mura 不良,提高产品良率。

参 考 文 献:

[1] 吴洪江,王威,龙春平. 一种 TFT LCD vertical Block Mura 的研究与改善[J]. 液晶与显示,2007,22(4):433-439.
[2] 张卓,赵海玉,张培林,等. 基于重压法的 Touch mura 形变过程模拟 [J]. 液晶与显示,2010,25(5):693-695.
[3] 毛学军. 液晶显示技术 [M]. 北京:电子工业出版社,2008:6-69.
[4] 李雄杰. 平板电视技术[M]. 北京:电子工业出版社,2007:40-79.
[5] [日]堀 浩雄 铃木幸治[M]. 第二版. 北京:科学出版社,2006:92-124.
[6] 戴亚翔. TFT-LCD 面板的驱动与设计[M]. 北京:清华大学出版社,2008:1-82.
[7] 张卓,柳在健,侯延冰. 液晶量对 Touch mura 的影响[J]. 液晶与显示,2008,23(5):525-529.
[8] 杨国波,王永茂,王向楠,等. ODF 工艺中液晶滴下量的优化 [J]. 液晶与显示,2011,26(3):324-328.
[9] 程石,王涛,张敏,等. TFT-LCD 中隔垫物密度与 Push mura 和低温气泡的关系 [J]. 液晶与显示,2011,26(5):604-607.
[10] 于涛,陈晟,储培鸣,等. 新型 TFT-LCD 柱状隔垫物的形变研究 [J]. 液晶与显示,2012,27(4):445-447.

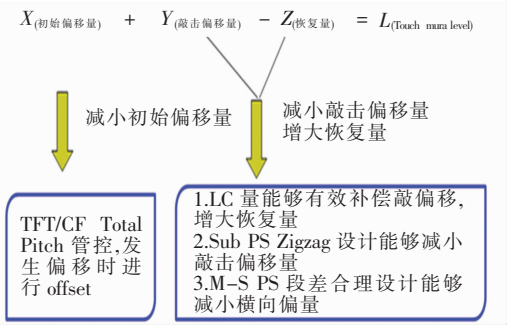


图 14 Touch mura 影响因素模型

Fig. 14 Model of influencing factor for Touch Mura

4 结 论

通过对液晶量、Sub PS 设计、PS 段差设计及工艺参数 Total pitch 的研究不仅找到影响 Touch Mura 的根本原因,更可以通过增加液晶量、Sub PS Z 字形设计、Main-Sub PS 合理段差设计及管控好工艺参数 Total Pitch 来解决 Touch Mura 不良,提高产品良率,降低成本。此外,Touch Mura 影响因素模型的建立对于 TFT-LCD 产品设计及工艺管控具有重要的参考意义。